

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 2001-326216
 (43) Date of publication of application : 22.11.2001

(51) Int.CI.

H01L 21/3065
 C23F 4/00
 H01J 27/16
 H01J 37/08
 H05H 1/46

(21) Application number : 2000-
 146252

(71) Applicant : SHIBAURA
 MECHATRONICS
 CORP

(22) Date of filing :

18.05.2000 (72) Inventor : YAMAZAKI TOMOO

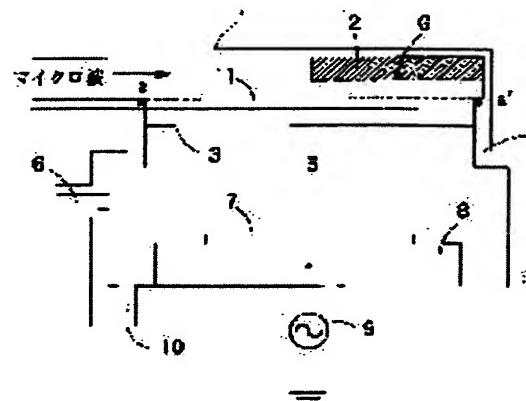
(54) PLASMA PROCESSING DEVICE

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasmas processing device capable of making a density distribution of plasma uniform in a vacuum chamber.

SOLUTION: A plasma processing unit has a function in which microwaves are introduced into a vacuum chamber 4 through the intermediary of a microwave transmission window member 3, processing gas existing in the vacuum chamber 4 is irradiated with microwaves to generate plasma, and a work is processed by the use of the plasma.

Microwaves generated by a microwave generating source are introduced into the vacuum chamber through a microwave waveguide 1 with an opening 11 for radiating microwaves against the microwave transmission window member 3. A metal member 2 is provided inside the microwave waveguide 1 to make microwaves radiating through the opening 11 uniform in amount throughout the opening 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-326216

(P2001-326216A)

(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001.11.22)

(51) Int.Cl.
H 01 L 21/3065
C 23 F 4/00
H 01 J 27/16
37/08
H 05 H 1/46

識別記号

F I
C 23 F 4/00
H 01 J 27/16
37/08
H 05 H 1/46
H 01 L 21/302

D 4 K 0 5 7
5 C 0 3 0
5 F 0 0 4
B
B

マークト[®] (参考)

審査請求 未請求 請求項の数11 O.L. (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-146252(P2000-146252)

(22) 出願日 平成12年5月18日 (2000.5.18)

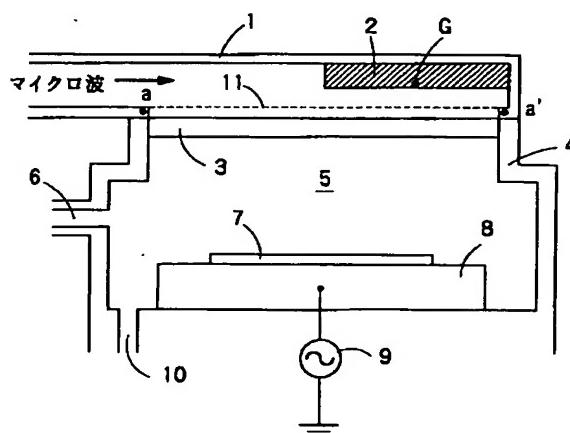
(71) 出願人 000002428
芝浦メカトロニクス株式会社
神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号
(72) 発明者 山崎智生
神奈川県横浜市栄区笠間町1000番地1 芝
浦メカトロニクス株式会社横浜事業所内
(74) 代理人 100064285
弁理士 佐藤一雄 (外3名)
F ターム(参考) 4K057 DA11 DA16 DD03 DD08 DK03
DM06 DM29 DM35 DN01
50030 DD02 DE10 DG09
5P004 AA01 BA09 BA20 BB11 BB14
BB18 BC08 BD01 CA03 DA01
DA17 DA18 DA24 DA26

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 真空容器内のプラズマ密度分布の均一化を図り得るプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 マイクロ波透過窓部材3を介して真空容器4の内部にマイクロ波を導入し、真空容器4内のプロセスガスにマイクロ波を照射してプラズマを発生させ、このプラズマを利用して被処理物7を処理する装置である。マイクロ波発生源にて生成されたマイクロ波を真空容器4の内部に導くためのマイクロ波導波管1であって、マイクロ波透過窓部材3に向けてマイクロ波を放射するための開口部11が形成されたマイクロ波導波管1を有する。開口部11から放射されるマイクロ波の放射量を開口部11の全体にわたって均一化するためにマイクロ波導波管1の内部に設けられた金属部材2を有する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】マイクロ波透過窓部材を介して真空容器の内部にマイクロ波を導入し、前記真空容器内のプロセスガスにマイクロ波を照射してプラズマを発生させ、このプラズマを利用して被処理物を処理するようにしたプラズマ処理装置において、

マイクロ波発生源にて生成されたマイクロ波を前記真空容器の内部に導くためのマイクロ波導波管であって、前記マイクロ波透過窓部材に向けてマイクロ波を放射するための開口部が形成されたマイクロ波導波管と、

前記開口部から放射されるマイクロ波の放射量を前記開口部の全体にわたって均一化するために前記マイクロ波導波管の内部に設けられた金属部材と、を備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】前記金属部材は、前記開口部の形成領域に対応する前記マイクロ波導波管の内部空間領域の少なくとも一部に配置されており、前記マイクロ波導波管の管軸方向における前記金属部材の長さは、前記マイクロ波導波管の内部におけるマイクロ波の波長の約1/2倍であり、前記マイクロ波導波管の幅方向における前記金属部材の幅は、前記マイクロ波導波管の内部空間の幅に略等しいことを特徴とする請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】前記金属部材の長さ方向の中心が前記マイクロ波導波管の内部におけるマイクロ波の定在波の腹の部分に位置決めされていることを特徴とする請求項1又は2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】前記金属部材は、前記開口部に対向する側の前記マイクロ波導波管の内面に接触していることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】前記金属部材は、前記開口部が形成された側の前記マイクロ波導波管の内面及び前記開口部に対向する側の前記マイクロ波導波管の内面のそれから離間して配置されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】前記マイクロ波導波管は、前記開口部が形成された側の前記マイクロ波導波管の内面と前記開口部に対向する側の前記マイクロ波導波管の内面との間の間隔を、前記開口部の非形成領域における内面同士の間隔よりも大きくしたことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】複数の前記金属部材を前記マイクロ波導波管の管軸方向に沿って直列に配置したことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項8】複数の前記金属部材のそれから前記開口部までの離間距離は、前記各金属部材毎に調整されていることを特徴とする請求項7記載のプラズマ処理装置。

10

2

【請求項9】複数の前記金属部材は、前記開口部からの離間距離を調整できるようにそれぞれが独立に移動可能であることを特徴とする請求項7又は8に記載のプラズマ処理装置。

【請求項10】前記開口部はスロットアンテナであることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【請求項11】処理中の被処理物を保持するステージと、前記ステージに高周波電力を印加するための手段と、をさらに有することを特徴とする請求項1乃至10のいずれか一項に記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プラズマ処理装置に係わり、特に、プロセスガスにマイクロ波を照射して生成したプラズマを利用して被処理物の処理を行うプラズマ処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造用のシリコンウェハや液晶ディスプレイ用ガラス基板といった被処理物を処理するための装置として、マイクロ波プラズマを利用して被処理物のドライエッチング処理やアッシング処理等を施すプラズマ処理装置がある。このプラズマ処理装置を利用したプラズマ技術による微細加工、薄膜形成等の表面処理は、例えば半導体の高集積化にとって必要不可欠な技術となっている。

【0003】プラズマ処理装置にはいくつかの種類があり、一例としては、高周波電力をアンテナに供給して真空容器内のプロセスガスに印加してプラズマを生成し、このプラズマを利用して被処理物にドライエッチング処理等を施すものがある。より具体的には、マイクロ波導波管により導いたマイクロ波を、マイクロ波導波管に形成された開口部（スロットアンテナ）から放射して、マイクロ波透過窓部材を介して真空容器内に導入し、真空容器内のプロセスガスにマイクロ波を照射してプラズマを生成し、このプラズマを利用して被処理物に微細加工や薄膜形成等の表面処理を施すものがある。

【0004】このタイプのプラズマ処理装置は、真空容器の内部で生成したプラズマを被処理物の表面に接触させ、プラズマ中の活性種等によりドライエッチングやアッシング等の表面処理を施すものと、プラズマ発生領域と処理室とを分離してプラズマからのダウンフローを被処理物の表面に導いてドライエッチングやアッシング等の表面処理を施すものとがある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】マイクロ波によりプラズマを生成し、このプラズマを利用して被処理物を処理する場合、被処理面において処理速度が均一であることが望まれる。ところが、真空容器内に形成されたプラズマの密度分布が不均一であると、被処理面における処理

50

速度もまた不均一になってしまふ。プラズマ密度分布の不均一さは、マイクロ波導波管の開口部から放射されるマイクロ波の強度分布の不均一さに起因する。

【0006】例えば、被処理物が真空容器内の中央に配置され、プラズマ生成部が被処理物の直上にあるような装置構成の場合、真空容器の内部に形成されるプラズマの密度は、マイクロ波導波管のマイクロ波入射側の直下では高く、マイクロ波導波管の終端側の直下では低くなる傾向がある。

【0007】プラズマ密度分布の不均一さは、被処理物の処理の面内均一性の低下をもたらすものであるから、真空容器の内部に形成するプラズマの密度勾配を極力小さくして、プラズマ全体にわたって密度分布を均一化することが重要である。

【0008】本発明は、上述した事情を考慮してなされたものであつて、真空容器内のプラズマ密度分布の均一化を図り得るプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明は、マイクロ波透過窓部材を介して真空容器の内部にマイクロ波を導入し、前記真空容器内のプロセスガスにマイクロ波を照射してプラズマを発生させ、このプラズマを利用して被処理物を処理するようにしたプラズマ処理装置において、マイクロ波発生源にて生成されたマイクロ波を前記真空容器の内部に導くためのマイクロ波導波管であつて、前記マイクロ波透過窓部材に向けてマイクロ波を放射するための開口部が形成されたマイクロ波導波管と、前記開口部から放射されるマイクロ波の放射量を前記開口部の全体にわたって均一化するために前記マイクロ波導波管の内部に設けられた金属部材と、を備えたことを特徴とする。

【0010】また、好ましくは、前記金属部材は、前記開口部の形成領域に対応する前記マイクロ波導波管の内部空間領域の少なくとも一部に配置されており、前記マイクロ波導波管の管軸方向における前記金属部材の長さは、前記マイクロ波導波管の内部におけるマイクロ波の波長の約1/2倍であり、前記マイクロ波導波管の幅方向における前記金属部材の幅は、前記マイクロ波導波管の内部空間の幅に略等しい。

【0011】また、好ましくは、前記金属部材の長さ方向の中心が前記マイクロ波導波管の内部におけるマイクロ波の定在波の腹の部分に位置決めされている。

【0012】また、好ましくは、前記金属部材は、前記開口部に対向する側の前記マイクロ波導波管の内面に接觸している。

【0013】また、好ましくは、前記金属部材は、前記開口部が形成された側の前記マイクロ波導波管の内面及び前記開口部に対向する側の前記マイクロ波導波管の内面のそれぞれから離間して配置されている。

【0014】また、好ましくは、前記マイクロ波導波管は、前記開口部が形成された側の前記マイクロ波導波管の内面と前記開口部に対向する側の前記マイクロ波導波管の内面との間の間隔を、前記開口部の非形成領域における内面同士の間隔よりも大きくする。

【0015】また、好ましくは、複数の前記金属部材を前記マイクロ波導波管の管軸方向に沿って直列に配置する。

【0016】また、好ましくは、複数の前記金属部材のそれぞれから前記開口部までの離間距離は、前記各金属部材毎に調整されている。

【0017】また、好ましくは、複数の前記金属部材は、前記開口部からの離間距離を調整できるようにそれぞれが独立に移動可能である。

【0018】また、好ましくは、前記開口部はスロットアンテナである。

【0019】また、好ましくは、処理中の被処理物を保持するステージと、前記ステージに高周波電力を印加するための手段と、をさらに有する。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1実施形態によるプラズマ処理装置について図1及び図2を参照して説明する。

【0021】図1に示したように本実施形態によるプラズマ処理装置は、処理室5を内部に形成する真空容器4を備えており、この真空容器4の内部には被処理物7を搭載するためのステージ8が設けられている。ステージ8には高周波電源9が接続されている。

【0022】真空容器4の側壁にはプロセスガスを処理室5内に導入するためのガス導入口6が形成されており、真空容器4の底壁には処理室5内を排気するためのガス排気口10が形成されている。真空容器4の上部開口は、誘電体で形成されたマイクロ波透過窓部材3で封止されている。

【0023】本実施形態によるプラズマ処理装置は、さらに、マイクロ波発生源(図示せず)にて生成されたマイクロ波を真空容器4の内部に導くためのマイクロ波導波管1を備えている。このマイクロ波導波管1には、マイクロ波透過窓部材3に向けてマイクロ波を放射するための開口部11が形成されており、この開口部11はスロットアンテナを構成している。

【0024】図1中a-a'で示された開口部11の長さ寸法は、例えば、マイクロ波周波数=2.45GHz、マイクロ波導波管1の断面寸法が、幅×高さ=96mm×27mmの場合、マイクロ波導波管1内でのマイクロ波の半波長=λg/2=80mmの2倍にあたる160mmに設定する。

【0025】なお、マイクロ波導波管1の断面寸法が、幅×高さ=109mm×54mm(JIS規格)の場合、マイクロ波導波管1内でのマイクロ波の半波長=λg/2=80mmの2倍にあたる160mmに設定する。

$g/2 = 72\text{ mm}$ となるので、開口部11の長さ寸法はその2倍にあたる 144 mm に設定する。

【0026】そして、本実施形態によるプラズマ処理装置においては、開口部11から放射されるマイクロ波の放射量を開口部11の全体にわたって均一化するためには、マイクロ波導波管1の先端部分の内側に金属部材2が設けられている。金属部材2の上面は、開口部11に対向する側のマイクロ波導波管1の内面に接触している。

【0027】金属部材2は、直方体状に形成され、開口部11の形成領域に対応するマイクロ波導波管1の内部空間領域の少なくとも一部に配置されており、マイクロ波導波管1の管軸方向における金属部材2の長さは、マイクロ波導波管1の内部におけるマイクロ波の波長 λ_g の $1/2$ 倍、つまり 80 mm であり、マイクロ波導波管1の幅方向における金属部材2の幅は、マイクロ波導波管1の内部空間の幅に等しく、 96 mm である。また、金属部材2の長手方向の中心Gは、マイクロ波導波管1の内部におけるマイクロ波の定在波の腹の部分、つまり、導波管終端から $\lambda_g/4 = 40\text{ mm}$ の位置に位置決めされている。

【0028】金属部材2の厚さを $d\text{ mm}$ とした場合、金属部材2が設けられた部分におけるマイクロ波導波管1の構造は、導波管終端からマイクロ波導入側に向けて 80 mm にわたって導波管高さを $(27-d)\text{ mm}$ に設定したものに相当する。そして、金属部材2の厚さ d を大きくすると、金属部材2に対応する部分の開口部11の直下でのレジストアッショングレートが速くなるという知見を実験により得た。これは、金属部材2を設置したことにより、金属部材2に対応する部分の開口部11から放射されるマイクロ波の放射強度が相対的に大きくなつたためと考えられる。なお、プロセスガスには酸素ガスを使用した。

【0029】図2はこのときの実験の結果を示しており、図2(a)に示したように、金属部材2を設置していない状態においては、マイクロ波導入側においてレジストアッショングレートが高く、導波管終端側で低くなっている。これは、マイクロ波導入側の開口部11から放射されるマイクロ波の放射強度が強いため、それに応じてプラズマ密度が高くなり、導波管終端側の開口部11から放射されるマイクロ波の放射強度が弱いため、それに応じてプラズマ密度が低くなつたためと考えられる。

【0030】そして、図1に示したようにマイクロ波導波管1の内部に金属部材2を設置することにより、図2(b)、(c)に示したようにレジストアッショングレートの分布が変化する。例えば金属部材2の厚さを 13.5 mm にした場合、図2(b)に示したように、マイクロ波導入側におけるレジストアッショングレートと、導波管終端側、つまり金属部材2に対応する部分の開口部11の直下におけるレジストアッショングレートとがほぼ

等しくなっている。さらにまた、金属部材2の厚さを 20 mm にした場合、図2(c)に示したように、マイクロ波導入側におけるレジストアッショングレートよりも、導波管終端側におけるレジストアッショングレートの方が高くなっている。

【0031】そして、金属部材2を設置しない場合(図2(a))、被処理物7の処理の面内均一性は約20%であったのに対し、厚さ 13.5 mm の金属部材2を設置した場合(図2(b))、被処理物7の処理の面内均一性は10%以下となり、厚さ 13.5 mm の金属部材2の設置により面内均一性が大幅に向上した。

【0032】本実施形態によるプラズマ処理装置においては、マイクロ波発生源(図示せず)から発生したマイクロ波がマイクロ波導波管1によって真空容器4の方向に導かれた後、開口部11からマイクロ波が放射され、マイクロ波透過窓部材3を介して真空容器4の内部にマイクロ波が導入される。ここで、マイクロ波導波管1の内部には金属部材2が配置されているので、開口部11から放射されるマイクロ波の放射量が開口部11の全体にわたって均一化される。

【0033】真空容器4内の処理室5内にはガス導入口6からプロセスガスが導入されており、このプロセスガスにマイクロ波を照射することによりプラズマが生成され、このプラズマによってステージ8上の被処理物7の表面が処理される。なお、処理室5の内部のガスは排気口10を介して排気されている。

【0034】プロセスガスとしては、例えば被処理物7表面の薄膜のエッチングを行う場合には、酸素ガス(O_2)単体、或いは酸素ガスに CF_4 、 NF_3 、 SF_6 等のフッ素系ガスを添加した混合ガス、又はこれらのガスに水素ガスを添加したガスが使用される。

【0035】高周波電源9からの高周波電力をステージ8に印加することにより、プラズマ中のイオンが被処理物7に向けて加速して照射され、これにより被処理物7の異方性加工が可能となり、また、高周波電力を調整することにより、被処理物7に入射するイオンのエネルギーを制御することができる。

【0036】以上述べたように本実施形態によれば、マイクロ波導波管1の内部に金属部材2を設けて開口部11から放射されるマイクロ波の放射量を開口部11の全体にわたって均一化するようにしたので、真空容器4の内部に形成されるプラズマの密度分布を均一化することが可能であり、ひいては、被処理物7の処理の面内均一性を向上させることができる。

【0037】次に、本発明の第2実施形態によるプラズマ処理装置について図3を参照して説明する。

【0038】図3に示したように本実施形態における金属部材2は、開口部11の形成領域に対応するマイクロ波導波管1の内部空間領域におけるマイクロ波導入側の端部から導波管終端側に向けてその途中まで延設されて

いる。また、金属部材2は、開口部11が形成された側のマイクロ波導波管1の内面及び開口部11に対向する側のマイクロ波導波管1の内面のそれから離して配置されている。金属部材2の厚さは、上記第1実施形態における金属部材2よりも薄く、1mmである。金属部材2の長さは80mm、幅は96mmで、これらの値は上記第1実施形態における金属部材2と同様である。

【0039】本実施形態の構造は、マイクロ波導波管1内に形成された定在波の半波長分である80mmに対して、マイクロ波導波管1の内部を上下方向の中間位置で2分岐（上側：13mm、下側：13mm）したものに相当する。この構造においては、マイクロ波導波管1内でマイクロ波電力が分割されるので、金属部材2を設置した領域に対応する開口部11から放射されるマイクロ波の放射強度は、金属部材2を設置しない状態と比較して弱くなり、プラズマ密度も低くなると考えられる。

【0040】本実施形態においても、上記第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0041】なお、第1実施形態における厚手の金属部材2と本実施形態における薄手の金属部材2とを、それぞれの長さを適宜調整して組み合わせてプラズマ密度を制御することもできる。

【0042】次に、本発明の第3実施形態によるプラズマ処理装置について図4を参照して説明する。

【0043】図4に示したように本実施形態においては、開口部11が形成された側のマイクロ波導波管1の内面と開口部11に対向する側のマイクロ波導波管1の内面との間の間隔が、開口部11の非形成領域1aにおける内面同士の間隔よりも大きく形成されている。つまり、開口部11の非形成領域1aよりも、開口部11の形成領域1bの方が、マイクロ波導波管1の内部空間の高さが高くなっている。

【0044】開口部11の長さは、マイクロ波導波管1の内部でのマイクロ波の半波長（例えば80mm）のn倍（n：自然数）である。そして、開口部11の形成領域1bのマイクロ波導波管1の内部には、n個の金属部材2がマイクロ波導波管1の管軸方向に沿って直列に連続して配置されている。

【0045】開口部11から各金属部材2までの離距離は、各金属部材2毎に調整されており、これにより、開口部11から放射されるマイクロ波の量が開口部11の全体にわたって均一化されている。

【0046】以上述べたように本実施形態によれば、マイクロ波導波管1の内部に複数の金属部材2を設けて開口部11から放射されるマイクロ波の放射量を開口部11の全体にわたって均一化するようにしたので、真空容器4の内部に形成されるプラズマの密度分布を均一化することが可能であり、ひいては、被処理物7の処理の面

内均一性を向上させることができる。

【0047】また、開口部11の形成領域1bにおけるマイクロ波導波管1の内部空間の高さを高くしたので、金属部材2と開口部11との離距離の調整幅を十分に確保することができる。

【0048】図5は本実施形態の一変形例を示しており、この変形例においては各金属部材2の上面にスタブ12が突設され、各スタブ12がマイクロ波導波管1の上面から突出し、各スタブ12を用いて各金属部材2を上下に移動させることにより、各金属部材2の開口部11からの離距離を調整できるように構成されている。

【0049】

【発明の効果】以上述べたように本発明によるプラズマ処理装置によれば、マイクロ波導波管の内部に金属部材を設けて開口部から放射されるマイクロ波の放射量を開口部の全体にわたって均一化するようにしたので、真空容器の内部に形成されるプラズマの密度分布を均一化することが可能であり、ひいては、被処理物の処理の面内均一性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態によるプラズマ処理装置の概略構成を示した縦断面図。

【図2】本発明の第1実施形態によるプラズマ処理装置の作用・効果を説明するためのレジストアッショングレーント分布を示した図であり、(a)は金属部材未設置の場合を示し、(b)は厚さ13.5mmの金属部材を設置した場合を示し、(c)は厚さ20mmの金属部材を設置した場合を示す。

【図3】本発明の第2実施形態によるプラズマ処理装置の概略構成を示した縦断面図。

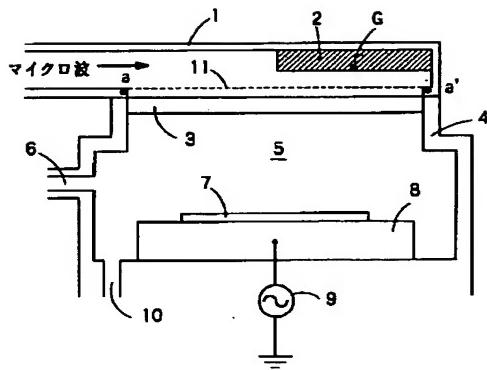
【図4】本発明の第3実施形態によるプラズマ処理装置の概略構成を示した縦断面図。

【図5】本発明の第3実施形態の一変形例によるプラズマ処理装置の概略構成を示した縦断面図。

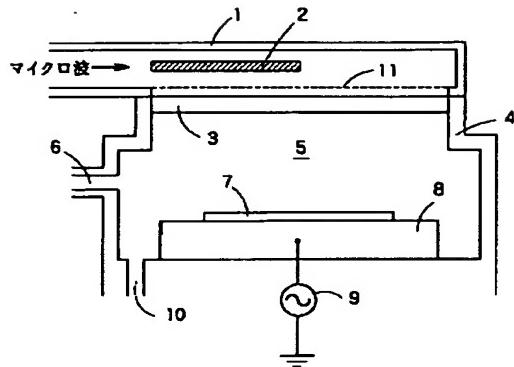
【符号の説明】

- 1 マイクロ波導波管
- 2 金属部材
- 3 マイクロ波透過窓部材
- 4 真空容器
- 5 処理室
- 6 ガス導入口
- 7 被処理物
- 8 ステージ
- 9 高周波電源
- 10 ガス排気口
- 11 開口部
- 12 スタブ

【図1】



【図3】

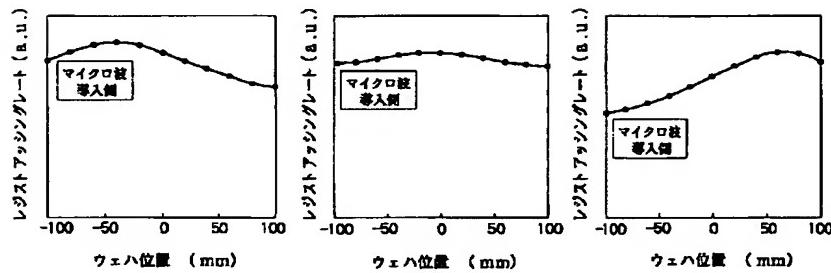


【図2】

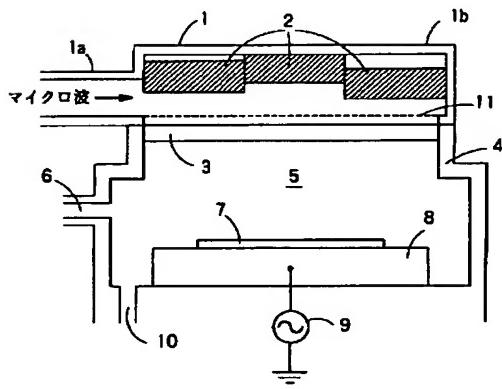
(a) 金属部材未設置

(b) 金属部材厚さ: 13.5mm

(c) 金属部材厚さ: 26mm



【図4】



【図5】

